Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. der Botanik — Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg. **30. November 1881.** **Nr. 16.**

Inhalt: **Klebs**, Ueber Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung. — **Selenka**, Ueber eine eigentümliche Art der Kernmetamorphose. — **Pierret** und **Renaut**, Ueber die Lymphbahnen der Rinderlunge. — **v. Fleischl**, Ueber die Theorien der Farbenwahrnehmung. — **Owen**, Eier der Echidna hystrix.

Ueber Form und Wesen der pflanzlichen Protoplasmabewegung.

Von **Georg Klebs**, (Würzburg).

Die Zellentheorie von Schwann und Schleiden gab den biologischen Wissenschaften einen großartigen Aufschwung, indem sie durch die Erkenntniss der Zellen als kleinster, bei Tieren wie Pflanzen wesentlich gleich gebauter Elementarorgane den innigen Zusammenhang der organischen Welt hell erleuchtete und eine Menge neuer ungebahnter Wege der Forschung eröffnete. In noch höherm Maße tut sie dieses in der consequenten Weiterentwicklung, die sie in der Protoplasmatheorie gefunden hat. Nach dieser Anschauung ist das Protoplasma, dies Gemenge verschiedenster Stoffe, von denen als die wesentlichsten die Eiweißstoffe angenommen werden, der Träger jedweder Lebensfunktion, sei es im Tier- oder Pflanzenreich. Wo wir jetzt bei einer Frage tiefer eindringen, ob bei dem Zellwachstum, ob bei der Zellteilung, ob bei irgend einem Prozess des Stoffwechsels oder bei der Nerven- oder Muskeltätigkeit, die letzten Ursachen, die wir vorläufig dafür finden können, verlegen wir in die Eigenschaften dieses rätselhaften Körpers. In der Erforschung desselben ruht die Erkenntniss des Geheimnisses vom Leben.

Das Protoplasma lebt, so lange es seine verschiedenen Funktionen ausübt; wodurch es im Zustande seines Lebens zum Unterschied von dem seines Abgestorbenseins eigentlich charakterisirt ist, ganz abgesehen von den einzelnen Leistungen, die es lebend auszuführen hat, ist in physikalischer wie chemischer Beziehung noch sehr wenig erkannt. Für den Beobachter liegt einer der wesentlichsten Charaktere

eines lebenden Protoplasmas in seiner Bewegungsfähigkeit. Die auffallenden Beispiele solcher Bewegungen sind schon seit lange bekannt und bei Tieren wie Pflanzen vielfach untersucht; und gerade die Identität solcher Bewegungserscheinungen bei pflanzlichen wie tierischen Zellen war es, die zuerst und hauptsächlich auf die Annahme der Identität des sich bewegenden Protoplasmas selbst geführt hat. Je näher man zugesehen hat, um so verbreiteter haben sich die Bewegungen nachweisen lassen; und jetzt scheint es wol klar, dass jedes Protoplasma, in welcher Form es auch erscheine, zu irgend einer Zeit seines Lebens Bewegungen zeigt, die für unsre jetzigen Vergrößerungen sichtbar sind.

In Folgendem sollen die Bewegungen des pflanzlichen Protoplasmas geschildert werden; und zwar zuerst die tatsächlichen Beobachtungen, die man darüber gemacht hat. In einem zweiten Abschnitt wird der Einfluss äußerer Agentien wie Wärme, Licht u. s. w. auf die Bewegungen; in dem Schlussabschnitt sollen die jetzt herrschenden Ansichten über den Zusammenhang von Bau und Bewegung des Protoplasmas erörtert werden.

Die Bewegungen des pflanzlichen Protoplasmas.

Die Bewegungserscheinungen des Protoplasmas, wie sie im Pflanzenreich auftreten, zeigen sich in sehr verschiedener Weise; doch lassen sich gewisse Hauptformen unterscheiden, zwischen denen allerdings zahlreiche Uebergänge vorhanden sind. Einmal sind es Ortsveränderungen ganzer bestimmt geformter Protoplasmamassen, die während der Bewegung ihre Gestaltung unverändert lassen; hierzu gehören die Bewegungen frei schwimmender Protoplasmakörper meist vermittels besonderer Bewegungsorgane wie sie die Schwärmsporen, Spermatozoiden u. s. w. zeigen. Im Gegensatz zu diesen Massenbewegungen tritt die Bewegung in den von festen Membranen umschlossenen, meist im Gewebeverbande stehenden Pflanzenzellen in der Weise auf, dass das Plasma durch Umlagerungen seiner kleinsten Teilchen stetige Veränderungen seiner Gestalt oder Ortsveränderungen der in ihm enthaltenen Körnchen zeigt. Eine eigentümliche Mittelstellung nehmen die Plasmodien der Myxomyceten ein, Protoplasmamassen ohne Membran, die durch Verschmelzung vieler aus den Sporen entstandener Schwärmer sich gebildet haben; an ihnen beobachtet man Ortsveränderungen ihrer ganzen Masse vermittels fortwährender Gestaltsveränderungen. Das Studium der Bewegungserscheinungen dieser Plasmodien ist am besten geeignet das Wesentliche der pflanzlichen Protoplasmabewegung festzustellen. Ganz gleichgiltig ist es dafür, ob man die Myxomyceten mit der Gruppe der Amöben, Monaden u. s. w. zusammenstellt oder zu den Pilzen setzt.

Die Plasmodien[1]) erscheinen in den meisten Fällen als schleimige,

1) Die Plasmodien sind hinsichtlich ihrer Bewegung vielfach und sorgfältig

schon für das bloße Auge sichtbare oder netzförmig verzweigte Massen, die sich durch beständige Veränderung ihrer Gestaltung auf ihrer Unterlage fortbewegen. Der Körper wird von einer hellen, durchscheinenden, homogen aussehenden Substanz gebildet, der „Grundsubstanz“ de Bary, die an den Berührungsstellen mit den umgebenden Medien, sei es Wasser oder Luft, ganz allmählich in eine nach außen scharf umschriebene peripherische Randschicht übergeht, wahrscheinlich nur eine dichtere Modifikation der Grundsubstanz vorstellend. Diese selbst ist dicht erfüllt von kleinen Körnchen als einem wesentlichen, nie fehlenden Bestandteil. Man bezeichnet nach dem Vorgang von Pringsheim die körnerhaltige Plasmamasse als „Körnerplasma“ und die stets körnerfreie dichtere Randschicht als Hautschicht. Jedes Plasmodium zeigt Bewegung von zweierlei Art. Einmal befinden sich die einzelnen Körnchen in sehr lebhafter Strömung; sie laufen in schmalen Strömen einher, gleichsam wie die Blutkörperchen in den Gefäßen. In den dünnen Adern des Netzes oder in den fadenförmigen Zweigen, die von der ganzen Peripherie des Plasmodiums ausstrahlen, verläuft in der Mitte derselben nur ein einzelner Strom; in dickern Aesten sind es mehrere; sehr viele fließen neben einander her in den mehr hautartigen Ausbreitungen des Plasmodiums, die einen nach dieser, die andern nach jener Richtung, häufig in ganz entgegengesetzter. Bei jedem Körnerstrom wechselt nach einer gewissen, in den Einzelfällen sehr verschiedenen Zeit, die Richtung der Bewegung; sie setzt sich stets in die entgegengesetzte um. Ebenso ändert sich bei jedem Strom die Geschwindigkeit, die so groß werden kann, dass kaum die einzelnen Körnchen zu unterscheiden sind, andrerseits sich verlangsamt bis zur Unmerkbarkeit; zeitweise hört die Bewegung auf, bis wieder nach gewisser Zeit sie stärker und stärker wird. Neben dieser unaufhörlich der Intensität wie der Richtung nach wechselnden Körnerströmung zeigt die ganze Peripherie des Plasmodiums, in welcher die Ströme hin und her laufen, eine anscheinend von jener unabhängige Bewegung, die in einer beständigen langsam fließenden Veränderung des Umrisses und einem wechselnden Austreiben und Wiedereinziehen kleiner tentakelartiger Fortsätze besteht; hiebei sind diese Zweige oder Vorsprünge bald körnerfrei bald von strömenden Körnern durchzogen. Dadurch, dass überwiegend an dem einen Rande des Plasmodiums, dem vordern, solche Zweige und Fortsätze ausgetrieben werden, und zugleich die Körnerströme überwiegend zufließen, während an dem entgegengesetzten hintern Rande überwiegend die Zweige eingezogen werden, die Körnerströme mehr abfließen, kommt eine Vorwärtsbewegung der Plasmodien zu Stande.

untersucht; das grundlegende Werk ist: de Bary, Die Mycetozoen. 2. Auflage, Leipzig 1864; ferner ist besonders zu vergleichen: Kühne, Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864 S. 69—75; Hofmeister, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867 S. 17—27.

Die anscheinend von einander unabhängigen Bewegungen der Grundsubstanz und der in ihr enthaltenen Körner veranlasste Cienkowski[1]) zu der Annahme, dass in dem Plasmodium zweierlei verschiedene Substanzen enthalten wären, eine zähe Grundmasse und eine in ihr wie in besondern Kanälen fließende feinkörnige Substanz. Nach de Bary's[2]) von Kühne bestätigten Beobachtungen und Versuchen[3]) kann aber die Substanz der Körnerströme unmittelbar die Eigenschaften der peripherischen langsam fließenden Substanz annehmen; beide sind nur verschieden in dem Grad ihrer Kohäsion, der Beweglichkeit, welche in jedem Punkt des Plasmodiums einem unaufhörlichen Wechsel unterworfen ist.

Die Bewegungen des Protoplasmas bei den Plasmodien der Myxomyceten, wie sie in ihren Hauptzügen soeben erörtert, geben uns ein klares Bild von den Bewegungen des Protoplasmas überhaupt. Einerseits zeigen sich dieselben Erscheinungen bei den Amöben, den parasitischen Monaden[4]), ferner den Rhizopoden[5]) und Radiolarien[6]); andrerseits zeigen sie sich in auffallender Aehnlichkeit auch bei dem Protoplasma, wie es sich eingeschlossen in feste Zellwände bei den meisten Pflanzenzellen findet. Allerdings treten hier je nach den Einzelfällen noch Besonderheiten hinzu, die eine große Mannigfaltigkeit in der Art und Weise der Bewegung bedingen; man hat auch früher vielfach mit besondern Namen die hauptsächlichen Erscheinungsformen belegt. Bei genauem Nachforschen hat man alle möglichen Uebergänge von der einen Form zur andern beobachtet; man hat häufig an ein und demselben Protoplasmakörper die verschiedenen Arten der Bewegung nach einander auftreten sehen.

Die größte Aehnlichkeit mit den Bewegungen der Myxomyceten zeigt die Protoplasmabewegung, die man als Circulationsströmung bezeichnet hat[7]) und die am meisten untersucht worden ist in den

---

1) Das Plasmodium. Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik Bd. III S. 400.

2) l. c. S. 45, 47.

3) l. c. S. 74.

4) Cienkowski, Beiträge zur Kenntniss der Monaden. Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. I 1865 S. 213; Häckel, Monographie der Moneren. Jena. Zeitschr. f. Naturwiss. Bd. IV S. 107.

5) M. Schultze, Ueber den Organismus der Polythalamien 1854 S. 9, 17. Ders. Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig 1863. S. 13 a. a. O. Häckel, Ueber den Sarcodekörper der Rhizopoden. Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. XV. 1865.

6) Häckel, Die Radiolarien. Eine Monographie. Berlin 1862 S. 86, 89 u. a. O.

7) Die Literatur darüber ist sehr zahlreich: Vgl. besonders M. Schultze, in Müller's Archiv 1858 S. 335—336. Ders. das Protoplasma etc. S. 40. Brücke, Die Elementarorganismen. Sitzungsber. der Wiener Akad. 1861. Bd. 44, Abt. 2 S. 403—404; de Bary, Ueber den Bau und das Wesen der Zelle. Flora 1862

Haarzellen von *Tradescantia*-Staubfäden, von *Urtica*, *Cucurbita* u. s. w.; sie ist sehr verbreitet[1]) und wahrscheinlich überall bei einem bestimmten Lebenszustand der pflanzlichen Gewebezellen vorhanden. Die Zellen, in welchen die Bewegung stattfindet, haben im Allgemeinen folgenden Bau. Der Zellwand liegt ein verschieden dicker protoplasmatischer Wandbeleg an, von dem aus durch das von wässeriger Zellflüssigkeit erfüllte Zellinnere netzförmig anastomosirende Plasmabänder oder Stränge gehen. Das Protoplasma zeigt dieselbe Struktur wie das der Plasmodien; eine äußerste der Zellwand anliegende Schicht ist von dichterer Consistenz und homogener Beschaffenheit; sie entspricht der Randschicht resp. Hautschicht bei den Plasmodien; ob sie auch überall da vorhanden ist, wo das Plasma mit der Zellflüssigkeit in Berührung tritt, ob jedes Plasmaband von einer häufig entschieden nicht sichtbaren zarten Hautschicht umhüllt ist, diese Frage ist noch nicht endgiltig gelöst. Die Hautschicht geht allmählich über in das von Körnern dicht durchsäte Körnerplasma. Wie bei den Plasmodien findet sich sowol im Wandbeleg wie in den frei ausgespannten Strängen und Bändern eine lebhafte Körnerströmung. Auch hier laufen die Körnerströme, ob einzeln in dünnen Strängen, ob zu vielen dicht neben einander, wechselnd nach der einen Richtung, zu anderer Zeit nach der entgegengesetzten. Wenn das Mikroskop auf die gerade in lebhafter Bewegung befindliche Fläche des Wandbelegs eingestellt wird, erhält man ein sehr anschauliches Bild von den nebeneinander nach den verschiedensten Richtungen laufenden Körnerströmen, die im Wandbeleg circuliren. Mit den Körnern werden auch andere im Plasma liegende Körper wie Stärkekörner u. s. w. mitgerissen. Außer dieser lebhaften Körnerströmung findet eine beständige Gestaltsveränderung des Plasmanetzes statt. Die der Zellwand anliegende dichtere Plasmaschicht scheint allerdings in einem Zustand relativer[2]) oder vollständiger[3]) Ruhe zu sein. Dagegen wechselt nach dem Zellinnern zu der Protoplasmakörper stetig seine Umrisse. Von dem Wandbeleg gehen neue Bänder und Stränge aus, die wie die Fortsätze an den Plasmodien, wie die Pseudopodien der Rhizopoden entstehen[4]); andere werden wieder eingezogen. Stränge,

S. 230; Hofmeister, Pflanzenzelle. S. 35—36 u. a. O. wo auch die ältere Literatur nachzusehen.

1) Vgl. Velten, Ueber die Verbreitung der Protoplasmabewegung im Pflanzenreich. Bot. Zeitg. 1873 S. 651.

2) Nach Hofmeister, Die Pflanzenzelle. S. 45.

3) Nach Velten, Bewegung und Bau des Protoplasmas. Flora 1873 S. 101; Hanstein, Das Protoplasma. Heidelberg 1880 S. 168, nimmt dagegen an, dass der ganze Wandbeleg samt Hautschicht an den Zellwänden herumgleite.

4) Nach Schultze, Das Protoplasma etc. S. 41—42, ferner nach Häckel, Die Radiolarien S. 98; Hofmeister, l. c. S. 45; Hanstein dagegen lässt die Bänder entstehen als seitliche Falten aus der Fläche des Wandbelegs l. c. S. 164; ebenso auch Velten l. c. S. 125.

die von der einen Seite des Wandbelegs zur andern reichen, ziehen sich in der Mitte aus einander; andere, die sich auf ihrem Wege treffen, verschmelzen.

Am ausgebildetsten und schönsten ist diese Art der Bewegung in den Haarzellen der Staubfäden von *Tradescantia*-arten sichtbar. In sehr vielen Fällen, wie z. B. in den Zellen der Brennhaare der Nessel, findet sich nicht ein so reich entwickeltes Netz von Plasmabändern, die vom Wandbeleg das Innere durchstrahlen, sondern die Plasmafortsätze ragen nur mehr leistenartig hervor. Noch weniger ausgegliedert ist der Bau des Plasmas in den spindelförmigen Pollenzellen von *Zostera*, in vielen Mycelfäden von Pilzen, in vielen Pollenschläuchen. Hier laufen auch statt sehr zahlreicher Körnerströme nur einige wenige, sich auch wenig verzweigende Hauptströme in dem Wandbeleg, die auch in ihm, mehr oder minder beständig in ihrer Richtung fast einen Kreislauf zeigen, wobei die Strombahnen meist dem Längendurchmesser der Zellen parallel sind[1]). Diese Formen der Bewegung bilden den Uebergang zu jener Art der Protoplasmaströmung, die man als Rotation bezeichnet hat; sie ist dadurch charakterisirt, dass das Plasma des Wandbelegs als breiter Strom in gleichbleibender, meist durch die Gestalt der Zellen bedingter Richtung einen steten Kreislauf den Wänden entlang macht.

Diese Bewegungsart ist zu allererst und verhältnissmäßig früh beobachtet worden und zwar 1774 von Buonaventura Corti an den Zellen der Characeen; die Sache blieb aber unbeachtet, bis Treviranus 1807 sie von Neuem entdeckte. Es zeigen diese Strömung die Zellen sehr vieler Wassergewächse, wie der Characeen, Hydrocharideen etc. Velten hält sie für eine sehr verbreitete Erscheinung, da er sie auch in zahlreichen Gewebezellen von Landpflanzen beobachtete.

Bei den langgestreckten einzelligen Wurzelhaaren von *Hydrocharis*[2]) ist die äußerste Schicht des Wandbelegs in Ruhe, die andere Masse samt den in ihr enthaltenen kleinen und größern Körnern befindet sich in kreisender Strömung, die auf der obern Zellseite von der Basis des Haars nach der Spitze läuft, dann sich umbiegt nach der untern Seite und hier gegen die Basis hin zurückläuft; der Kern wird ebenfalls mitgeführt. Ebenso verhält es sich mit den Wurzelhaaren von *Stratiotes* und vielen andern. Bei den langgestreckten chlorophyllhaltigen Zellen von *Vallisneria*[3]) kreist gleichfalls ein in

1) Vgl. Hofmeister l. c. S. 41.

2) Hofmeister l. c. S. 40. Ferner Heidenhain, Notizen über die Bewegungserscheinungen, welche das Protoplasma in Pflanzenzellen zeigt. Studien des physiol. Instituts zu Breslau, herausg. von Heidenhain. Heft II, 1863, an verschiedenen Orten.

3) Vergl. Jürgensen, Ueber die in den Zellen von *Vallisneria spiralis* stattfindenden Bewegungserscheinungen. Studien des physiol. Instituts zu Breslau. Heft I. 1861.

sich zurücklaufender Strom; sowol Kern wie Chlorophyllkörner werden mit dem Strom fortgeführt. In den meisten Zellen haben die Ströme die gleiche Richtung, aber es kommt auch häufig vor, dass die neben einander liegenden Zellen von entgegengesetzt gerichteten Strömen durchzogen werden. Das Bild eines so rotirenden Protoplasmas in der *Vallisneria*-zelle ist ein stets wechselndes; jeden Augenblick ändert sich die Geschwindigkeit der bewegten Masse; hier und dort treten Stockungen und Stauungen auf. Die im Plasma enthaltenen Körper wie die Chlorophyllkörner etc. hören plötzlich auf fortzuströmen, sie ballen sich zu einem Haufen zusammen, der lebhaft um seine eigene Axe rotirt, bis er nach einer Weile sich in den großen Strom auflöst. Sehr bemerkenswert ist es wie die Rotation fortwährend in eine Art von Circulation übergeht, indem Plasmabänder von dem Wandbeleg in das Zellinnere ausstrahlen und in ihnen besondere Körnerströme dahinfließen[1]).

An den Zellen der Characeen[2]) ist die Art der Bewegung wesentlich dieselbe wie bei *Vallisneria*, nur dass bei den ersteren eine relativ dicke der Zellwand zunächst liegende Plasmaschicht sich in Ruhe befindet; in ihr liegen auch die Chlorophyllkörner, die zu keiner Zeit die Bewegung mitmachen. Die übrige Masse des plasmatischen Wandbelegs bewegt sich in einer rotirenden Strömung, deren Richtung immer eine ganz bestimmte ist; in cylindrischen Zellen ist sie parallel der Längsaxe; in kugligen Zellen ist dafür die Längsaxe des Blattes resp. Sprosses maßgebend. Nach Nägeli[3]) bildet aber nur in jungen Zellen der Plasmabeleg ein ununterbrochenes Band, das mit gleicher Geschwindigkeit fortströmt. Später dagegen wird er unterbrochen, er zerfällt in einzelne Massen, die mit verschiedener Geschwindigkeit sich fortbewegen. Aus dem Plasma scheiden sich dann kuglige bewegungslose Körper aus, die je nach ihrer Größe mit verschiedener Geschwindigkeit fortgeführt werden, schließlich in die Zellflüssigkeit sinken, wo sie noch weiter sich bewegen aber um so langsamer, je mehr sie sich der in der Axe der Zelle liegenden bewegungslosen Flüssigkeitsschicht, „der Indifferenzschicht", nähern.

Von den bisher beschriebenen Bewegungserscheinungen auf den ersten Blick verschieden sind die spontanen Ortsbewegungen freischwimmender Protoplasmakörper[4]) vermittels besonderer Organe, die in der Form von zarten Plasmafäden, den Cilien, auftreten. Im Pflan-

---

1) Von Heidenhain, Studien S. 64 auch bei *Hydrocharis* beobachtet.

2) Am genauesten untersucht von Nägeli, Beiträge zur wissenschaftl. Botanik. 1860, Heft II. S. 60—87; vergl. ferner Göppert u. Cohn, Ueber die Rotation des Zellinhalts in *Nitella flexilis*, Botan. Zeitg. 1849.

3) l. c. S. 61, 63.

4) Vergl. Nägeli, Beitr. zur wiss. Botanik. Heft II 1860 S. 88—107; Hofmeister, Pflanzenzelle S. 28—33.

zenreich zeigen diese Bewegung besonders die Schwärmsporen der Algen und Pilze, ferner die Spermatozoiden der Moose und Farne. Meist erscheinen diese beweglichen Zellen unter der Form membranloser Protoplasmakörper; bei den Schwärmsporen rundlich bis oval, bei den Spermatozoiden schmal länglich, schraubenförmig gedreht. Bei der Algenfamilie der Volvocineen gibt es sowol einzelne Zellen wie Zellenkolonien, die sich bewegen und dabei von zarter Zellstoffhülle umkleidet sind, aus der durch bestimmte Poren die Cilien hervortreten. Die Cilien befinden sich stets an dem bei der Bewegung vordern Ende des Plasmakörpers, sie sind je nach den Einzelfällen in sehr verschiedener aber meist bestimmter Zahl und Anordnung vorhanden. Bei sehr vielen Schwärmsporen finden sich zwei, bei andern vier Cilien; in andern Fällen wie bei *Euglena* und den Schwärmern der Myxomyceten nur eine; bei den großen Schwärmsporen der *Vaucheria*-arten ist die ganze Oberfläche mit vielen kleinen Cilien dicht bedeckt.

Die Bewegung besteht in einem Vorwärtsgehen, verbunden mit gleichzeitiger Drehung. In dem einfachsten Falle drehen sich die Schwärmsporen um ihre eigene Axe, so die von *Vaucheria*; andere drehen sich um die Bahn, in der sie sich vorwärts bewegen als ideale Axe, wobei ihre Körperaxe mit letzterer parallel ist; so die Spermatozoiden der Moose und Farne. Der dritte vorkommende Fall ist der, dass sie sich zwar ebenfalls um die Bahn ihrer Vorwärtsbewegung drehen, aber mit dem vordern Ende der Körperaxe von der idealen weiter entfernt als mit dem hintern Ende, so die Schwärmsporen von *Oedogonium*. Die Richtung der Drehung ist für viele Schwärmer beständig; so drehen sich die von *Vaucheria* konstant links (im Sinne der Mechanik), die Spermatozoiden der Farne dagegen konstant rechts. In andern Fällen ist dagegen die Drehungsrichtung eine unaufhörlich wechselnde, so bei den Volvocineen.

Die Vorwärtsbewegung selbst kann bald in einer geraden bald in einer regelmäßig gebogenen oder in ganz unregelmäßiger Linie erfolgen. Stoßen die Schwärmsporen auf einen Gegenstand, so können sie nach andern Richtungen abgelenkt werden oder sie kehren unmittelbar zurückprallend um; häufig weichen sie zurück, indem sie mit ihrem hintern Ende vorangehen und sich in absteigend entgegengesetzter Richtung drehen. Diese Rückwärtsbewegung dauert jedoch nur kurze Zeit und erfolgt sehr langsam, sie geht bald in die normale Vorwärtsbewegung über. Die Geschwindigkeit der Bewegung ist je nach den Einzelfällen eine ziemlich verschiedene. Nach Nägeli's Messungen durchlaufen z. B. die Schwärmsporen von *Tetraspora lubrica* bei 14° C. den Raum von 0,2 Mm. in 1,2—2,4 Sekunden; nach Hofmeister bewegen sich die der Gerberlohe in der Sekunde 0,7—0,9 Mm.

Bei der Bewegung der meisten Schwärmsporen bleibt außer dem Hin- und Herpeitschen ihrer Cilien der Körper selbst unverändert in

seiner Form; bei einigen treten nebenbei Gestaltsveränderungen ein, Verkürzungen auf der einen Seite, Verlängerungen auf der andern Seite des Körpers oder Veränderungen der einzelnen Körperdimensionen zu einander. Sehr auffallend zeigen sich diese Bewegungen der Körpersubstanz unabhängig von der Vorwärtsbewegung bei den Schwärmsporen der Myxomyceten. „Gleichzeitig mit den Drehungen und Ortsveränderungen ändert der Körper fortwährend seinen Umriss, krümmt sich wurmförmig, abwechselnd nach verschiedenen Seiten, zieht sich zu rundlicher Form zusammen und streckt sich wieder"; so beschreibt de Bary[1]) den Sachverhalt. Außerdem werden sowol zu Anfang wie zu Ende der Schwärmzeit wie auch momentan während derselben von dem Plasma kleine Fortsätze ausgetrieben und wieder eingezogen; häufig hört dann die Cilienbewegung auf, die amöboide tritt ein, bis wieder diese sich in die erstere umsetzt. Dieser Wechsel der Erscheinungsformen, dieser allmähliche Uebergang der Cilienbewegung in die amöboide, wie sie am ausgebildetsten bei den Plasmodien sich zeigt, setzt den Zusammenhang der erstern mit den andern Plasmabewegungen hell ins Licht.

An die Bewegungen solcher freischwimmender Protoplasmakörper schließen sich am besten an die Bewegungen freischwimmender ein- oder mehrzelliger Pflanzen. Am bekanntesten sind die Bewegungen der kieselschaligen einzelligen Algen, der Diatomeen. Bei ihnen besteht die Zellmembran aus zwei symmetrischen Hälften, die in einander geschachtelt sind; an jeder Schalenhälfte tritt bei sehr vielen Formen der Diatomeen eine besondere Mittellinie auf, die sog. Naht oder Raphe. Die Bewegung geschieht in der Weise, dass die Algen langsam hin und hergehen ohne eine regelmäßige Drehung um ihre Axe. Nach Borscow[2]) geht die Bewegung, sei es vorwärts oder rückwärts nicht ununterbrochen, sondern stoßweise vor sich. Die nächste Ursache der Bewegung ist trotz sehr zahlreicher Untersuchungen durchaus nicht klar erkannt. Zwei Hauptansichten stehen sich gegenüber. Nach der einen, die von M. Schultze[3]) zuerst ausgesprochen wurde, von Pfitzer[4]) und Engelmann[5]) verteidigt wird, ist die Ursache der Bewegung in Fortsätzen des innern Protoplasmaleibes der Zelle zu suchen; diese Plasmafortsätze sollen an der Naht nach Außen treten. Nachweisen hat man sie aber bisher nicht können.

---

1) Die Mycetozoen S. 84.

2) Borscow, Die Süßwasserbacillarien des südwestlichen Russlands. 1873 S. 35.

3) M. Schultze, Die Bewegungen der Diatomaceen. Archiv für mikrosk. Anatomie Bd. I, 1865 S. 385.

4) Pfitzer, Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen. 1872 S. 177.

5) Engelmann, Ueber die Bewegungen der Oscillarien und Diatomeen. Botan. Zeitg. 1879 S. 50.

Die Forscher stützen sich auf die Analogie mit andern pflanzlichen Protoplasmabewegungen, ferner auf die Beobachtungen, dass die Bewegung der Algen nur dadurch zu Stande kommt, dass die Alge mit ihrer Naht einen festen Gegenstand berührt; ferner bleiben, wie Siebold zuerst zeigte, fremde Körper leicht an der Oberfläche kleben, wenn sie die Naht berühren und werden längs dieser hin und her bewegt. Nach der zweiten Hypothese, die besonders von Nägeli[1]), Dippel[2]), Borscow[3]) vertreten wird, beruht die Bewegung der Diatomeen auf der Wirkung osmotischer Processe; sie stützen sich wesentlich darauf, dass Plasmafortsätze bisher nicht nachgewiesen werden konnten. Neuerdings hat Mereschkowsky[4]) mehr positive Beweise für diese Anschauung beizubringen versucht. Er führt Beobachtungen an über das Verhalten vibrirender Bakterien bei der Bewegung der Algen. Die Micrococcen, welche um Diatomeen sich befanden, waren im Gegensatz zu den um tote Zellen oder Sandkörner in sehr lebhafter Vibration begriffen, was nach Mereschkowsky nur auf der Existenz intensiver osmotischer Processe beruhen kann. Ruhte die Diatomee, so verteilten sich alle heftig vibrirenden Micrococcen vollkommen symmetrisch, so dass auch ihre Vibrationen rings herum in gleicher Entfernung von der Oberfläche aufhörten. Bei der Vorwärts- wie Rückwärtsbewegung fand dagegen die heftigste Vibration an dem bei der Bewegung jedesmaligen Hinterende statt, allmählich sich abschwächend zum Vorderende hin. Auch seitliche Drehungen der Algen wurden beobachtet; in den Fällen trat die stärkste Vibration an derjenigen Seite auf, von welcher die Drehung ausgeht. Aus diesen Beobachtungen schließt Mereschkowsky, dass bei den ruhenden Zellen die exo- und endosmotischen Kräfte mit gleicher Intensität und gleichzeitig an der ganzen Oberfläche verteilt sind, bei den Bewegungen im Gegenteil ausschließlich an einem Ende der Zelle sich concentriren.

Der endgiltige Entscheid über die Bewegung der Diatomeen ist mit dieser Arbeit wol noch nicht gegeben, die Streitfrage noch weiteren Untersuchungen sehr anzuempfehlen.

Auch von mehrzelligen Algen, den blaugrünen Fadenalgen, die als Oscillarien bezeichnet werden, kennt man merkwürdige Bewegungen. Die aus vielen kleinen Zellen gebildeten unverzweigten Fäden sind an ihren Enden etwas schraubig gedreht. Nach Nägeli's Untersuchungen[5]) geschieht die Bewegung, indem die Fäden sich drehen

1) Nägeli, Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849 S. 20.

2) Dippel, Beiträge zur Kenntniss der in den Soolwässern von Kreuznach lebenden Diatomeen. 1870 S. 32.

3) l. c. S. 34.

4) Mereschkowsky, Beobachtungen über die Bewegung der Diatomaceen und ihre Ursache. Bot. Zeitg. 1880 Nr. 31.

5) Nägeli, Beiträge zur wiss. Bot. Heft II S. 89.

und dabei vor- und rückwärts gehen, während dessen ihre Form unverändert bleibt. Stoßen aber die Fäden an Gegenstände, so krümmen und beugen sie sich in sehr wechselnder Weise, die Bewegung wird eine ruckweise, ungleichmäßige. Nach Hofmeister[1]) beruht die Bewegung auf periodischen Spannungsänderungen der Zellmembran. M. Schultze dagegen nimmt für die Oscillarien die gleiche Bewegungsursache an wie für die Diatomeen d. h. eine äußere Schicht contractilen Protoplasmas. Cohn[2]) beobachtete, dass die Oscillarien wie die Diatomeen sich nur bewegen, wenn sie eine feste Unterlage berühren. Engelmann[3]) will auch tatsächlich diese Protoplasmaschicht bei den Oscillarien nachgewiesen haben; bei Anwendung von starken Säuren sowie bei starken Induktionsschlägen sah er rings um jeden Faden eine sehr zarte doppelt konturirte Hülle, die er nach den Reaktionen für Protoplasma hält. Schon Mereschkowsky macht auf die Unsicherheit dieser Deutung aufmerksam. In jüngster Zeit hat Francis Darwin[4]) die Ansicht ausgesprochen, ohne sie weiter zu begründen, dass die Bewegungen der Oscillarien wahrscheinlich Erscheinungen des Wachstums sind, die hier wie bei so vielen ein- wie mehrzelligen Pflanzenorganen von eigentümlichen Krümmungen begleitet sind, die man unter dem Begriff der Circumnutation zusammenfasst.

In eine systematische Reihe mit den Oscillarien stellt man neuerdings die mannigfaltigen Formen der Bakterien, die bekanntlich sehr lebhafte Bewegungen zeigen. Nach Nägeli[5]) ist die Bewegung der schraubig gedrehten Formen, wie der Vibrionen und Spirillen dieselbe wie bei den Oscillarien. An einigen größern Arten der Gattung *Spirillum* hat aber Cohn[6]) deutlich Cilien beobachtet und zwar je eine an jedem Ende des schraubig gedrehten kurzen Fadens. Es ist möglich, dass die meisten Bakterien solche Bewegungsorgane besitzen, die bisher nur wegen der Kleinheit dieser Organismen nicht gesehen worden sind. Noch von andern Algen, den einzelligen Desmidiaceen, sind Bewegungen bekannt; soweit aber die jetzigen Untersuchungen reichen, stehen sie so wesentlich unter dem Einfluss des Lichts, dass erst später darüber zu sprechen sein wird.

---

1) Hofmeister, Pflanzenzelle S. 321.

2) Cohn, Beiträge zur Physiologie der Phycochromaceen und Florideen. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. III 1867 S. 48.

3) Engelmann, Bot. Zeitg. 1879 S. 54—55.

4) Fr. Darwin, Ueber Circumnutation bei einem einzelligen Organ. Botan. Zeitg. 1881. S. 473.

5) l. c. S. 94—95.

6) F. Cohn, Untersuchungen über Bakterien II. Beiträge zur Biol. d. Pflanzen Bd. I. 3. S. 171.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber eine eigentümliche Art der Kernmetamorphose.

Von **E. Selenka.**

Die Reifung des Eies von *Thysanozoon Diesingii*, einer Planarie des Mittelmeers, schließt mit einer merkwürdigen Metamorphose des Keimbläschens ab.

Soweit bis jetzt bekannt, erleidet das tierische Ei, bevor die Befruchtung vor sich geht, eine (zweimalige) Teilung, deren Resultat die Abstoßung der sog. Richtungskörper ist. Die Veränderungen, welche das Keimbläschen bei diesem Akte erfährt, sind die gleichen wie bei der gewöhnlichen Kernteilung.

Die Eier von *Thysanozoon* bieten nun die auffallende Erscheinung dar, dass der Ausstoßung der Richtungskörper noch ein anderer Prozess der Kernmetamorphose vorangeht, welcher mit einer beginnenden Kern- und Zellteilung zwar die größte Aehnlichkeit hat, aber niemals zur vollständigen Teilung des Keimbläschens führt. Dieser Prozess läuft im Wesentlichen auf das Folgende hinaus.

Nachdem das Ei seine definitive Größe erreicht hat, beginnt das Keimbläschen sich in typischer Weise zur Teilung anzuschicken: die chromatischen Kernfäden (ich gebrauche hier und in der Folge die Bezeichnungen, welche Flemming eingeführt hat) ordnen sich zur Knäuelform, die achromatische Fadenspindel mit ihren Polarkörpern, die zwei Radiensysteme der Eikörperstrahlung treten auf u. s. w. Sobald aber die Fadenschleifen des Kerns die „Sternform“ oder die Form der sog. Aequatorialplatte erlangt haben, sistirt die begonnene Kernteilung, und indem die vorher weit auseinander gerückten Polarkörper sich langsam wieder nähern, verschmelzen auch die Fadenschleifen wieder zur „Knäuelform“, die Dotterstrahlung verschwindet nahezu gänzlich und der Kern kehrt zur Ruheform zurück. Der letztere unterscheidet sich von dem früheren Keimbläschen durch die centrale Lage im Ei und den Mangel eines großen Keimflecks.

Der ganze Prozess kann also mit einer auf halbem Wege stehen gebliebenen und wieder rückschreitenden indirekten Kern- und Zellteilung verglichen werden.

Ein Resultat dieses Vorgangs ist leicht zu erkennen: nämlich die Umgruppirung der Dotterkörnchen. Während diese Dotterkörnchen anfänglich gleichmäßig im Dotter zerstreut lagen, werden sie durch die erwähnten Vorgänge um die Centren der beiden Astera geschaart und durch Annäherung der letzteren endlich in die Mitte des Eies geschafft.

Es ist unmöglich oder doch außerordentlich schwierig, alle diese Veränderungen, welche noch unter die Kategorie des Reifungsprozesses des Eies gerechnet werden müssen, an ein und demselben Ei nach einander zu verfolgen, da sie sich wahrscheinlich über etliche

Tage, vielleicht Wochen erstrecken. Nur einzelne Vorgänge, wie eine geringe Annäherung der beiden Astera im Laufe eines halben Tages, ließen sich in der feuchten Kammer wahrnehmen; aber trotzdem ist es nicht schwer, aus den verschiedensten Reifungsphasen den Entwicklungsgang dieser Zustände zu eruiren, indem die mehr oder weniger weit vorgeschrittene Ansammlung der Dotterkörnchen gegen die Polarkörper hin ein günstiges Moment abgibt, um das relative Alter der einzelnen Stadien festzustellen.

Eier in verschiedenen Entwicklungsstadien erhält man in reichlicher Zahl, wenn man ein Stück der Leibeswand von einem geschlechtsreifen Tiere an der Bauchseite durch einen raschen Scheerenschnitt abtrennt und in Speichel, Eiweiß, oder auch in Seewasser behutsam zerteilt; die Eier fallen dann in reichlicher Menge heraus.

Folgende Entwickelungsstadien traf ich regelmäßig in jedem Individuum an:

1. Die jüngsten Eier liegen gruppenweise von gemeinsamer Hülle umschlossen. Unter diesen bemerkt man a) ganz kleine Eier mit großem Keimbläschen, wandständigem Keimfleck und einer dünnen Schicht pelluciden Dotters. b) Etwas größere Eier zeigen Einlagerungen von stark lichtbrechenden Körnchen im Dotter, deren Anzahl mit zunehmender Größe stetig wächst. c) Sobald ein Ei seine definitive Größe erlangt hat (und in jedem Zellenhaufen zeichnet sich immer ein Ei vor den andern durch bedeutendere Größe aus), löst es sich von den Genossen.

2. Diese isolirten Eier sind von ellipsoidischer Gestalt. Der Dotter ist gleichmäßig von Körnchen durchsetzt, das große Keimbläschen mit Keimfleck liegt etwas excentrisch. Diese membranlosen Eier gehören zu den Seltenheiten, woraus sich wol schließen lässt, dass diese Phase von kurzer Dauer ist.

3. Aeußerst selten bekam ich Eier mit eben beginnender Kernteilung zu Gesicht. Man findet dieses Stadium gelegentlich, wenn man solche Eier, in welchen die Dotterkörner noch gleichmäßig zerstreut liegen, fixirt und nun langsam Essigkarmin zufließen lässt, um die Struktur erkennen zu können. Es zeigten sich dann mehrere Male die Erscheinungen, welche die beginnende Zellteilung charakterisiren: zwei Polarkörper mit Radiensystemen, Knäuelform der chromatischen Substanz. Die große Seltenheit dieses Vorkommens lässt auf geringe Dauer schließen.

4. Häufiger sind Eier mit deutlicher bis an die Peripherie reichender Dotterstrahlung, in denen die Dotterkörnchen aber noch nicht gegen die Polarkörper zu rücken beginnen. Die Kernspindel ist lang und schmal und zeigt nach Zusatz von Essigkarmin eine geringe Anzahl aus Körnchenreihen bestehender kurzer und regellos gelagerter Fadenschleifen; die Polarkörper sind um $^1/_4$ oder höchstens $^1/_3$ des größten Eidurchmessers aus einander gerückt. Die Längsaxe der Spindel

fiel meist zusammen mit der Hauptaxe des Eiellipsoids; wo das nicht der Fall war, mochte wol das normale Verhältniss durch Quetschungen und Zerrungen gestört sein.

5. Neun Zehntel oder mehr noch aller Eier pflegten die folgende Struktur aufzuweisen, die zum Teil schon an frischen Eiern, — auch an Eiern der unter dem Kompressorium ausgebreiteten lebenden Tiere — zum Teil an Essigkarmin- oder Osmium-Glycerin-Präparaten erkannt werden kann. Die Polarkörper stehen um $^1/_3$ bis $^2/_5$ des größten Eidurchmessers von einander entfernt; die Fadenschleifen des Kerns haben sich zu zwei Tochtergruppen angeordnet, die aber räumlich niemals streng und deutlich geschieden sind. Obwol ich nicht in Besitz von genügend auflösenden Immersionssystemen bin, so vermochte ich doch hunderte von Malen zu erkennen, wie die Fadenschleifen sich zur „Sternform der Tochterkerne“ gruppirt hatten; niemals aber konnte ich eine evidente Scheidung der zwei Tochterhälften antreffen. Und wenn auch die Schenkel der Fadenschleifen in den Tochterfiguren zu ihrem betreffenden Polarkörper radiär gestellt waren, so schienen doch die Schenkelenden hüben und drüben entweder in Berührung oder einander sehr genähert. — Nach Zusatz von Essigsäure erkennt man ein sehr dichtes und feines System von Strahlen um jeden Polarkörper, deren Ausläufer bis an die Peripherie des Eies reichen, ohne jedoch den äußern Eikontur sichtlich zu ändern. Die Dotterkörner sind zum Teil schon von der Peripherie gegen die Polarkörper hingedrängt. — Ich glaube, dass diese Entwicklungsphase hier die äußerste Grenze der Kernmetamorphose bezeichnet, und dass dieselbe von nun an wieder zurückgeht. Denn unter tausenden von Eiern fand ich nicht ein einziges, welches eine räumliche Scheidung der chromatischen Figur in ihre zwei Tochterhälften aufwies, oder auch sonst irgend einen Anhaltspunkt dargeboten hätte für die Annahme, dass die Kernteilung in typischer Weise fortschreite. — Die Häufigkeit dieses Entwicklungsstadiums lässt auf eine längere Dauer desselben schließen.

6. Ziemlich häufig sind Eier, bei denen die Dotterkörner sich in Form von zwei dickstrahligen Sternen um die Polarkörper gruppirt haben. Die Polarkörper haben sich einander wieder genähert, die Fadenschleifen der Tochterfiguren sind mit ihren Schenkelenden hüben und drüben zu elliptischen Ringen verschmolzen, die Dotterstrahlung besteht fort.

7. Seltener noch trifft man Eier, welche der Reife ganz nahe sind; in ihnen erscheinen dann die Radiencentren dem rundlichen Kerne aufsitzend, während die Dotterkörnchen zu einem centralen Ellipsoid zusammengeschaart liegen. Der periphere Teil des Dotters ist hell und durchsichtig, zeigt aber noch die Dotterstrahlung.

8. Als reife Eier können endlich solche bezeichnet werden, bei denen die Dotterkörnchen zu einer rundlichen centralen Kugel ver-

einigt sind, in deren Mitte der Kern, welcher Ruheform angenommen hat, lagert. — Wie ich in Nr. 8 dieses Centralblatts beschrieben habe, werden die Eier später bei der Ablage noch von einer Schale umgeben, welche als Cuticularbildung der Zellen des Muttertiers zu betrachten ist. Bald nach der Eiablage geschieht unter den bekannten Erscheinungen dann die Ausstoßung der beiden Richtungskörper und danach die Befruchtung.

Es fragt sich nun, wie der beschriebene Vorgang zu deuten sei? Um eine pathologische Erscheinung kann es sich hier nicht handeln; denn alle frisch eingefangenen Tiere — und ich habe deren an fünfzig untersucht — zeigten genau dasselbe Verhalten. Auch entwickelten sich die Eier anderer in Gefangenschaft gehaltener Exemplare ganz normal zu Schwärmlarven. Mit der Ausstoßung der Richtungskörper kann dieser Prozess ebensowenig identifizirt werden, indem dieser Akt sich erst nach erfolgter Eiablage vollzieht; und dasselbe gilt von der Befruchtung.

Ich habe zur Zeit keine Gelegenheit gefunden, andere Planarien auf dieses Verhältniss zu untersuchen; doch möchte ich vermuten, dass die Eier der Gattung *Leptoplana* z. B. sich anders verhalten, indem bei ihnen eine Scheidung von körnchenreichem und körnchenarmem Dotter am unbefruchteten Ei nicht vorkommt. Dieser Umstand wirft, wie mir scheint, einiges Licht auf die Eimetamorphose, wie sie bis jetzt wol bei *Thysanozoon* einzig dastehen dürfte.

Das frisch gelegte Ei von *Thysanozoon* unterscheidet sich von dem Ei im Muttertiere, welches die erwähnte Metamorphose noch nicht erlitten hat, 1) durch die Reduktion des Keimbläschens mit Keimfleck auf die Form eines gewöhnlichen Zellkerns ohne einen großen Keimfleck; 2) durch die Ansammlung der ursprünglich zerstreuten Dotterkörner im Centrum. Der erstere Unterschied scheint kein bedeutungsvoller zu sein, indem das weitere Schicksal des Kerns im Ei von *Thysanozoon* sich in nichts Wesentlichem unterscheidet von den Vorgängen, wie sie bei andern Tieren beobachtet sind, wie Austoßung der Richtungskörper u. s. w. Vielmehr dürfte die Anhäufung der Dotterkörner im Centrum des Eies hier als wesentliches Resultat der in Frage stehenden Veränderungen bezeichnet werden. Warum aber diese Vorgänge sichüberhaupt im unbefruchteten Ei abspielen, das ist um so schwieriger zu erraten, als eine ähnliche Scheidung von körnchenfreiem und körnchenreichem Dotter sich auch bei (den meisten) andern Seeplanarien vollzieht, aber erst nach der Befruchtung! Denn was bei den Eiern von *Thysanozoon* durch einen neuen, gleichsam eingeschalteten Prozess geleistet wird, geschieht bei den Eiern verwandter Formen (und auch bei den andern metabolisch sich abfurchenden Eiern der Würmer, Mollusken) während der Furchung sozusagen wie von selbst. Und trotz dieses Unterschieds geht die Anlage der Keimblätter in

beiden Gruppen in ganz gleicher Weise von statten; wenigstens vermochte ich keine wesentliche Verschiedenheit aufzufinden.

Angenommen nun, der beschriebene Vorgang während der Reifung des Eis von *Thysanozoon* sei ein caenogenetischer, so fragt sich weiter, wie derselbe veranlasst worden sei? Ob er vom Kerne ausgegangen sei oder vom Dotter? Letztere Ansicht scheint weniger befremdlich. Denn auch der Akt der Ausstoßung der Richtungskörper kann (z. B. bei Asteriden) lediglich durch Ueberführen des reifen Eies in Seewasser veranlasst und also durch den Dotter vermittelt werden; und auch die nächsten Veränderungen, welche den „Eikern" nach Eindringen des Spermatozoons betreffen (Auftreten eines Monaster am Eikern) werden durch Vermittlung des Dotters hervorgerufen. Aehnlich mag wol das Ei des *Thysanozoon*, nachdem es sich von den Genossen gelöst und aus der gemeinsamen Kapsel herausgetreten ist, durch Einwirkung der umspülenden Flüssigkeit zu Bewegungen im Dotterplasma veranlasst werden, die ihrerseits auch auf den Kern einwirken und denselben zu denjenigen Umbildungen bewegen, welche für ihn eben charakteristisch sind, nämlich die Metamorphose mittels Bildung von Schleifen u. s. w. Vielleicht involvirt die Annahme, dass die Kernmetamorphose von außen her angeregt wird, zugleich eine plausible Erklärung für die Tatsache, dass der Kern sich nur zur Teilung anschickt, ohne dieselbe zu vollenden; doch stehen diese Schlussfolgerungen auf schwachen Füßen.

Ich will noch erwähnen, dass unter den zahllosen frischen Eiern, welche zur Untersuchung gelangten, drei Eier aufgefunden wurden, in welchen neben den typischen Radiensystemen noch ein, in einem Falle sogar zwei überzählige Radiensysteme, ebenfalls mit entsprechender sternförmiger Anordnung der Dotterkörnchen, vorhanden waren. Zusatz von Essigkarmin ließ an diesen Eiern die chromatische Kernfigur mit den zugehörigen Radiensystemen aufs Schönste erkennen, während die übrigen Radiensysteme isolirt und ohne Beziehung zu einander erschienen. Dass es sich hier um ein Kunstprodukt handelt, kann ich nicht glauben; doch mag die Erscheinung wol eine pathologische sein.

Betreffs der Dotterstrahlung verdient noch bemerkt zu werden, dass dieselbe zuweilen in Form von gekrümmten Radien auftrat. Diese Erscheinung findet eine naturgemäße Erklärung in der Ortsveränderung der Centren der Radiensysteme zur Zeit der Kernmetamorphose; denn während die diesen Centren zunächst gelegenen Teile der Radien dem weiterrückenden Centrum leicht folgen können, vermögen die peripherisch gelegenen Teile der Radien wegen des Widerstandes, den hier die Dotterkörner bieten, nicht ebenso rasch ihre Richtung zu ändern, und die Radien erscheinen daher oft zeitweilig gekrümmt. Auf die von Flemming (Beiträge zur Kenntniss der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen, III. Theil, in Archiv f. mikr.

Anat. XX.) kürzlich abgebildeten Kurvensysteme im Protoplasma der sich teilenden Zelle ist aber diese Erklärung nicht anwendbar, indem dieselben gerade in umgekehrtem Sinne gekrümmt sind, als man nach dem Fortschreiten der Radiencentren erwarten sollte. — Ferner möchte ich hervorheben, dass der vorliegende Fall lehrt, dass faktisch radiäre Strömungen im Dotter existiren müssen; denn wie wollte man sich anders erklären, dass die zwischen den hellen Radien liegenden Dotterkörner von der Peripherie gegen die Radiencentren geschafft werden? An eine stetige Auflösung der peripherisch gelagerten Körner und wieder Neubildung derselben in der Nähe der Radiencentren ist doch wol nicht zu denken, zumal Verschiebung der Dotterkörnchen während der Existenz der Radiensysteme längst nachgewiesen ist und sich eigentlich auch von selbst versteht. Man ist daher wol zur Annahme gezwungen, dass die nicht mit Bewegung begabten Dotterkörner durch Protoplasmaströmungen, welche von Außen nach Innen fortschreiten, transportirt werden, und es liegt dann nahe zu vermuten, dass in den hellen körnchenfreien Radien entgegengesetzte, also centrifugale Strömungen existiren.

Noch eine andere Vermutung drängt sich hier auf. Wie ich in einer frühern Mitteilung nachgewiesen habe, lässt sich im Ei von *Thysanozoon* schon die Haupt- oder Längsaxe des spätern Embryos von dem Augenblicke an festlegen, wo die Richtungsspindel erscheint, indem die Längsaxe der letztern mit der erstern zusammenfällt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch die Längsaxe derjenigen Kernspindel, welche während der erwähnten Strukturveränderung des Dotters auftritt, mit der der Richtungsspindel zusammenfiele, sodass also schließlich die Hauptaxe des Embryos schon sehr frühe im reifenden Ei bestimmt wäre.

Schließlich sei erwähnt, dass das betreffende Beobachtungsmaterial während eines Aufenthalts in Venedig im Monat Oktober gewonnen wurde. Mit Hilfe eines intelligenten und zuverlässigen Jägers und Fischers, Giovanni Minotto mit Namen, (wohnhaft Venezia, Fondamenta Pagan, Sestiere di Santa croce, Tre ponti, 284), welcher jetzt mit Draga, Kübeln und Gläsern einigermaßen ausgerüstet ist, habe ich einen Teil der Kanäle und Umgebungen Venedigs durchsucht, und unter vielen andern Tierformen auch *Thysanozoon Diesingii* in großer Anzahl aufgefunden, besonders häufig beim Arsenal und unter der Seufzerbrücke.

U. A. Pierret et J. Renaut. Mémoires sur les sacs lymphatiques périlobulaires, semicloissonés et communicants du poumon du boeuf.

Archives de Physiol. norm. et pathol. 1881. N. 5. Sept. Oct. 1881.

Die Fähigkeit der Respirationsfläche der Lunge, feine Staub- und Farbstoffpartikelchen ins Gewebe und dessen Lymphbahnen aufzunehmen, ist bekannt. Ebenso ist erwiesen, dass verhältnissmäßig große Quantitäten von Flüssigkeiten, sogar Blut, welche man in die Trachea eingespritzt hat, exakt und schnell aufgesogen und so aus dem Respirationsraume wieder entfernt werden.

Diese Tatsachen lassen auf ein sehr entwickeltes und für die Aufsaugung geeignetes Lymphgefäßsystem schließen. Um dasselbe kennen zu lernen, sind bei Tieren Staub- und Farbstoffpartikelchen in die Lungen gebracht und später im Lungengewebe wieder aufgesucht worden; dasselbe ergeben die Versuche mit gefärbten Flüssigkeiten. Andere Forscher haben durch Injectionen oder durch Tinctionen mit Arg. nitr. die Lymphbahnen der Untersuchung zugänglich gemacht. Gestützt und kontrolirt wurden dieselben durch Objekte, an denen pathologische Prozesse die Lymphbahnen besonders deutlich zeigten. Die aus diesen Forschungen gewonnenen Resultate sind kurz folgende:

Die ganze Lungenoberfläche wird überzogen von einem Netzwerk von Lymphgefäßen, die in der Pleura liegen (Wydwozoff, Klein u. A.). Dieselben stehen in Verbindung durch Stomata mit dem Cavum pleurae (Klein). Ein Teil der Lymphe fließt durch Stämme ab, welche dem Lig. pulmonale folgend zum Lungenhilus gelangen. Die Hauptverbindung der pleuralen Lymphgefäße geschieht durch diejenigen, welche in den Septen zwischen den Lungenläppchen gelegen sind und dem interlobulären Bindegewebe folgen. So werden die Lungenläppchen von einem vollkommenen Netze, den interlobulären Lymphgefäßen umflochten. Durch ihre Lage im Bindegewebe, das auch Träger der Blutgefäße und trachealen Verzweigungen ist, treten sie in Beziehung zu diesen. Die Blutgefäße werden teils von größern Stämmen begleitet, teils liegen die Lymphgefäße in ihrer Wand selbst. So liegen sie auch den Aesten der Bronchien an und stehen durch Zweige mit den Gefäßlymphstämmen in Verbindung. Sie dringen bis in die Bronchialschleimhaut, nach Klein sogar offen durch Stomata mit dem Respirationsraume communicirend. Die Fläche, auf der Stoffe in der Lunge aufgenommen werden können, beschränkt sich hiernach nicht auf die Alveolen allein, wie ja auch der Gasaustausch durch die Auffindung der Bronchioli respiratorii (Kölliker) über sie hinaus stattfinden kann. Die Lymphgefäße sind auf ihrem Wege zum Hilus, wo sie zahlreiche große Lymphdrüsen passiren, häufig unterbrochen durch lymphatisches Gewebe, dessen konstantes und typisches Vorkommen J. Arnold nachgewiesen hat.

Der Anfang dieser Lymphgefäße wird von den Forschern verschieden geschildert. Wydwozoff hat durch Injection ein in der Alveolenwand mit Ausbuchtungen versehenes Netz feiner Kanäle dargestellt, das vom Respirationsraume vollkommen durch das Epithel getrennt ist. Andere Forscher nehmen in der Alveolenwand ein Saftkanalsystem an, das nach Klein direkt durch feine Oeffnungen mit dem Luftraume in Verbindung steht, während v. Wittich glaubt, dass die Kittleisten der Epithelien Stoffe durchlassen könnten.

Von besonderm Interesse sind die von Pierret und Renaut an der Rinderlunge gemachten Beobachtungen. Nach ihnen ist jede Alveole nach außen umgeben von einer mit Endothel ausgekleideten Lymphkapsel, in welcher sie gewissermaßen eingetaucht ist. Diese Lymphspalten stehen in Verbindung mit einem nach vorangegangener Füllung mit Luft fürs bloße Auge sichtbaren Netze von eigenartigen Lymphröhren, die dem interlobulären Bindegewebe folgen. Diese hängen dann wieder mit den oben erwähnten Abzugskanälen für die Lymphe zusammen.

Durch diese Einkapselung der Lungenalveolen, die mit unwesentlichen Modifikationen auch andern Drüsen zukommt, wird einmal die schnelle Stoffaufnahme durch die große Resorptionsfläche leichter erklärbar und scheint dann weiter, wie die Autoren hervorheben, dieselbe geeignet auch den festen Bestandteilen der Lymphe einen Gasaustausch zu ermöglichen, welcher für die Tätigkeit der Lymphzellen von großer Wichtigkeit ist.

A. Budge (Greifswald).

Ueber die Theorien der Farbenwahrnehmung.

Nach einem in der k. k. Gesellschaft der Aerzte zu Wien gehaltenen Vortrag.

Dass wir überhaupt eine besondere Theorie der Farbenwahrnehmung nötig haben, rührt daher, dass es in der Physiologie einen Grundsatz gibt, der unter dem Namen „Gesetz der specifischen Nervenenergie“ bekannt ist. Wenn dieses Gesetz nicht existiren würde, oder wenn wir irgend welche Berechtigung hätten, an seiner allgemeinen Giltigkeit zu zweifeln, dann würde die Aufstellung einer besondern Theorie für die Tatsache, dass wir die uns umgebende Welt in Farben sehen, nicht notwendig sein.

Die Schwierigkeit, welche durch diesen Lehrsatz eingeführt wird, ist sofort ersichtlich, wenn man sich mit einem bestimmten Fall der Gesichtswahrnehmung beschäftigt, sich zum Beispiel denkt, man blicke auf ein weißes Feld, in welchem eine rote Linie gezogen ist. Es fallen bekanntlich von den einzelnen Punkten der roten Linie Bilder auf die Netzhaut und veranlassen nun ein Gesehenwerden dieser roten Linie. Man muss sich also denken, dass Nervenenden in der Netzhaut liegen, welche von dem Bilde der roten Linie

in einer gewissen Weise afficirt werden, man muss sich ferner denken, dass diese Affection nach einem bestimmten Centrum im Gehirn geleitet wird und in irgend einer Weise uns zu Bewusstsein kommt.

Wenn man sich vorstellt, an Stelle der roten stände eine grüne Linie, so würde auf die Stellen der Netzhaut, die früher von rotem Licht getroffen wurden, nunmehr grünes fallen, und es könnte nach dem Gesetz der specifischen Nervenenergie die Erregung derselben Nervenenden durch grünes Licht in dem Centrum kein anderes Resultat hervorbringen, als die Erregung durch rotes Licht hervorgebracht hat. Denn das Gesetz der specifischen Nervenenergie sagt, dass eine jede Nervenfaser nur eine bestimmte Empfindung im Centralorgan auslöst, ganz abgesehen vom Charakter der Störung oder der Einwirkung, welche peripher die Erregung der Nervenfaser angeregt hat. Wenn also das Gesetz der specifischen Nervenenergie richtig ist, dann ist es von vornherein ganz unverständlich, wie die Erregung eines Nervenendes einmal im Centrum die Vorstellung von etwas Rotem und das andere mal die Erregung desselben Nervenendes die Vorstellung von etwas Grünem, wieder in derselben Anordnung hervorrufen kann.

Obwol das Gesetz der specifischen Nervenenergie in dieser Deutlichkeit in welcher wir es jetzt auszudrücken gewohnt sind, erst seit Johannes Müller ausgesprochen wird, und also in den allerersten Jahren dieses Jahrhunderts noch kaum gekannt war, gewiss aber nicht mit einem eigenen Namen bezeichnet wurde, so waren es doch die eben angestellten Erwägungen, welche Thomas Young veranlasst haben, eine Unverständlichkeit in dem Umstande zu finden, dass wir Farben sehen. Er hat auch sofort die Möglichkeit eingesehen, über diese Schwierigkeit hinwegzukommen, und diese Möglichkeit, welche er sich zunächst aufgebaut hat, nur um irgend einen Mechanismus zu haben, nach dem die Dinge möglicherweise ablaufen könnten, hat sich als so außerordentlich geeignet erwiesen, alle Einzelnheiten in Uebereinstimmung mit den wirklichen Effekten unsers Sehapparats zu erklären, dass man später — und zwar teils er selbst, zumeist aber seine Nachfolger und besonders Helmholtz — daran gegangen ist, diesen Mechanismus, den Young gewissermaßen nur als denkbare Möglichkeit hingestellt hat, zu einer Theorie der Farbenwahrnehmung auszubauen.

Der Gedanke Young's war der: Unendlich klein sind die Enden der Nervenfasern nicht, sondern sie haben eine bestimmte Größe; und diese Größe war trotz der zu Zeiten Young's vorhandenen geringen mikroskopischen Hilfsmittel doch schon mit einem verhältnissmäßig hohen Grad von Genauigkeit bekannt. Man wusste, es könnten nicht so viele verschiedene Nervenenden auf einem kleinen Stück der Netzhaut vereinigt liegen, dass das Beeinflussen des einen Nervenendes in Beziehung auf die räumliche Vorstellung, die man sich von dem beeinflussenden Moment nachher macht, gleichwertig wäre mit dem

Beeinflussen eines andern Nervenendes, das etwa durch 10 oder 20 Nervenenden von dem ersten getrennt ist. Es ließe sich nun denken, dass für jede Farbe eine bestimmte Nervenfaser vorhanden ist und dass die Nervenenden in der Netzhaut vielleicht insofern einen verschiedenen Charakter haben, als, wenn ein solches Nervenende erregt wird, ein rotes Bild entsteht, und wenn ein anderes erregt wird, etwa ein gelbes oder grünes Bild entsteht u. s. f. Es wäre ferner denkbar, dass, wenn das Bild einer roten Linie auf die Netzhaut fällt, nur eben diejenigen Nervenenden, deren Erregung in unsrer Vorstellung die Empfindung „Rot" vermittelt, davon erregt werden und wenn an derselben Stelle das Bild einer grünen Linie entsteht, eben nur die von diesem Bilde getroffenen, die Vorstellung des Grünen vermittelnden, Nervenenden erregt werden. Eine derartige Vorstellung ließe sich indess nicht zur Theorie ausbilden; denn bei der außerordentlichen Vielfachheit der Farben wäre eine so genaue Lokalisirung der Konturen nicht möglich wie wir sie in Wirklichkeit besitzen, wenn man für jede Farbennuance in der Netzhaut eine Nervenfaserendigung annehmen wollte. Wir sehen so außerordentlich feine rote und grüne Linien, dass, wenn man annehmen wollte, jedes hundertste Nervenende in der Netzhaut sei durch den Farbenton der roten Linie, jedes hundertste für den der grünen Linie reizbar, dies mit der Tatsache des Sehens so feiner Linien unvereinbar sein würde. Und doch hätten wir dann erst die Fähigkeit hundert verschiedene Farben zu unterscheiden, erklärt, während wir in Wirklichkeit deren viel mehr unterscheiden. Denkt man sich aber eine Netzhaut mosaikartig aus Elementen zusammengesetzt, von denen nur jedes hundertste für rotes Licht empfindlich ist und stellt sich nun vor, dass das Bild einer sehr feinen roten Linie auf diese Netzhaut fällt, so wird diese Linie vielfach unterbrochen oder gar nicht mehr gesehen werden, schon bei einer Breite, bei welcher wir sie in Wirklichkeit noch ganz deutlich und ununterbrochen sehen.

Durch ähnliche Erwägungen ist Young zur Aufstellung seiner Theorie gelangt. Er nahm an, es seien nur einige wenige wirklich verschiedene farbenempfindende Nervenapparate in der Netzhaut durch einander gemischt und legte sich dann die Frage vor: wie viele solcher verschiedenfarbiger Endapparate braucht man notwendig, oder welches ist die geringste Zahl, mit der man auskommen kann? Die physikalische Untersuchung hat darauf geantwortet, dass man mit drei verschiedenen Farben auskommen könnte; d. h. es gibt Nervenenden, die, so oft sie gereizt werden, eine bestimmte Farbenempfindung im Centrum erregen; andere Nervenenden, die gereizt wieder eine andere Farbenempfindung geben und endlich wieder andere Enden, die eine dritte Farbenempfindung im Centrum auslösen. Wenn man also nur diese drei Fasergattungen annimmt, so kann man daraus schon, bei dem Charakter der vorhandenen Farben, die Wahrnehmung

aller möglichen Farben erklären. — Es genügt eine Dreiheit von Empfindungselementen, um alle möglichen Farben zusammenzusetzen. Natürlich ist es nicht gleichgiltig, wie man diese drei Empfindungen, die sogenannten „Grundfarben", wählt. Wenn man z. B. sagen würde, die eine Farbe soll rot sein, die andere orange und die dritte gelb, so würde man nicht einsehen können, wie man durch das Zusammenwirken dieser drei Fasergattungen in irgend einem Intensitätsverhältniss auf die Empfindung blau kommen sollte. Wenn man sie aber so annimmt, dass sie im Sonnenspectrum ziemlich weit auseinanderliegen, dann ist es vollkommen gleichgiltig, welche man wählt. Entscheidet man sich z. B. für Gelb, Blau und Purpur, so wäre das schon ausreichend. Tatsächlich ist es auch schwer, in dieser Beziehung zu einer bestimmten Wahl zu kommen. Anfänglich wählte Young Rot, Grün, Blau, dann ersetzte er indess Blau durch Violett.

Wir haben nun die Frage zu beantworten, wie man bei dieser Annahme alle Erscheinungen der Farbenwahrnehmung erklären kann. Dass wir eine rote Farbe sehen können, ist leicht verständlich, wenn wir Nervenenden in der Netzhaut annehmen, die erregt in uns die Empfindung rot hervorrufen. Dass wir feine rote Objecte genau sehen können, lässt sich unschwer begreifen, wenn man bedenkt, dass der dritte Teil aller Endapparate für solche rote Fasern disponibel ist, da wir überhaupt nur dreierlei Fasern haben. — Dass man grüne Objekte sehen kann, ist auch verständlich, da wir dafür Fasern haben, die durch grünes Licht erregbar sind, und erregt im Centrum die Empfindung grün bedingen; aus demselben Grunde erklärt es sich, dass wir violette Objekte sehen. Wie sehen wir aber gelb oder blau u. s. w.? Auch das ist nicht schwer zu verstehen, wenn man sich vorstellt, dass die rot empfindenden Fasern nicht bloß angeregt werden, wenn wirklich Licht auf sie fällt, das einer bestimmten Wellenlänge entspricht, sondern dass sie auch — wenngleich nicht mit gleicher Intensität — erregt werden, wenn Licht von etwas anderer Wellenlänge auf sie fällt. Nehmen Sie z. B. eine Stimmgabel von einem bestimmten Ton und schlagen Sie diesen Ton an, so tönt die Stimmgabel mit einer gewissen Intensität mit. Sie kommt aber auch in, freilich schwächeres Mittönen, wenn Sie einen Ton erzeugen, welcher von dem Ton dieser Stimmgabel etwas verschieden ist.

Man hat sich also vorzustellen, dass die rot empfindenden Fasern durch rotes Licht sehr stark erregt werden, durch gelbes Licht schwächer, durch blaues und violettes Licht noch schwächer. Durch Licht von welcher Wellenlänge immer aber auch diese Fasern erregt sein mögen, welches immer die Stärke der Erregung in ihnen sein mag: der Effekt den diese Erregung im Centrum bedingt, ist ausschließlich die Empfindung: rot. Wenn ich also das Sonnenspectrum darstelle, und für jede Farbe eine Höhe auftrage, welche andeutet, wie stark durch Licht von dieser Farbe die rot empfindenden Fasern

erregt werden, so bekomme ich für die rot empfindenden Fasern eine Kurve von bestimmter Form. Durch rotes Licht werden diese Fasern am stärksten erregt werden; die Kurve wird also im Rot ihr Maximum haben und nach beiden Seiten abfallen; für die grün empfindenden Fasern bekommt man wieder eine andere Kurve; diese werden durch grünes Licht am stärksten erregt, durch gelbes und blaues Licht schwächer, durch rotes Licht noch schwächer und endlich durch violettes am schwächsten. Fällt also Licht von solcher Wellenlänge auf unsere Netzhaut, welche der uns gelb erscheinenden Stelle des Spectrums entspricht, dann haben wir uns vorzustellen, dass die Empfindung gelb das Resultat von den ziemlich gleich starken Erregungen der rot und grün empfindenden Fasern ist, so dass also das gelb, welches uns als etwas Einfaches, als etwas Einheitliches, als eine elementare Sinnesempfindung und nicht als etwas Zusammengesetztes erscheint, physiologisch aus dem Zusammenwirken zweier grundverschiedener Nervenempfindungen entstanden sein soll. Ich will gleich hier bemerken, dass man der Young-Helmholtz'schen Theorie aus diesem Umstand, dass sie genötigt ist, die Farben, die — wie man sagt — der Unbefangene für einfach hält, aus dem Zusammenwirken mehrerer grundverschiedener elementarer Apparate zu erklären, einen schweren Vorwurf gemacht hat, aber — wie ich auch hier gleich vorwegnehmen will — nach meiner Meinung mit großem Unrecht. — In der gleichen Weise vermag die Young-Helmholtz'sche Farbentheorie auch die Empfindung des Blauen aus dem Zusammenwirken zweier verschiedener Nervenapparate zu erklären, indem sie die grün- und die violettempfindenden Fasern gleich stark erregt werden lässt. Hiergegen hat man nun eingewendet, es sei doch Violett etwas viel complicirteres als blau; es sei entschieden eine Verkehrtheit die einfache Empfindung blau aus dem Zusammenwirken von violett und grün zu erklären, da es doch viel einfacher sein würde, das Violett aus dem Zusammenwirken von rot und blau zu erklären. Wir wollen diesen Einwand indess hier nur angedeutet haben und seine Beantwortung auf eine spätere Zeit verschieben.

Dass wir also überhaupt alle Farben sehen, lässt sich aus der Young-Helmholtz'schen Theorie ohne Schwierigkeit erklären. Nun gibt es aber gewisse Farben in der Farbenskala, die in ganz besonderer Beziehung zu einander stehen, indem sie einander zu weiß ergänzen. Auch dies ist aus der Young-Helmholtz'schen Theorie ebenso leicht zu erklären; ebenso die Tatsache, dass jedes farbige Licht von sehr großer Intensität nicht in seiner Farbe, sondern weiß erscheint.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Erklärung der Nachbilder aus dieser Theorie geworden. Wenn man einen roten Gegenstand längere Zeit angesehen hat und nachher auf eine graue Fläche blickt, so sieht man bekanntlich ein Bild, welches dem betrachteten roten Gegenstand geometrisch ähnlich ist, aber in der complementären Farbe,

in diesem Falle also blaugrün, erscheint. Dies erklärt sich nach der Young-Helmholtz'schen Theorie einfach durch die Annahme, dass die rot empfindenden Fasern dadurch ermüdet worden sind, dass rotes Licht auf sie gefallen ist, während die übrigen Fasern dadurch sehr wenig erregt, also auch wenig ermüdet worden sind. Betrachtet man dann an sich weißes Licht, welches nach der Voraussetzung von Young und Helmholtz alle Fasergattungen der Netzhaut gleich stark, oder graues Licht, welches sie alle gleich schwach erregt, nicht mit einer ausgeruhten, sondern mit einer Netzhaut, in welcher die rot empfindenden Fasern ermüdet, während die grün und violett empfindenden Fasern noch frisch sind, so wird das weiße Licht natürlich die grün und violett empfindenden Fasern stärker erregen, als die rotempfindenden und man wird das Nachbild in der complementären Farbe sehen. Auf die große Anzahl derartiger Details, welche durch diese Theorie ihre Erklärung gefunden haben und welche einen großen Teil der physiologischen Optik ausmachen, kann hier indess nicht eingegangen werden. — Ebenso hat sich eine merkwürdige pathologische Erscheinung aus dieser Theorie erklärt, und zwar ist es Helmholtz selbst gewesen, der auf das häufige Vorkommen dieses pathologischen Zustands, der Farbenblindheit, aufmerksam gemacht, sie genau studirt und ohne Weiteres und mit Fug und Recht als Stütze für seine Theorie verwertet hat. — Die weitaus größte Menge der farbenblinden Männer — farbenblinde Frauen gibt es bekanntlich nur äußerst wenige — besteht aus Rotblinden, d. h. solchen, denen nach der Ansicht von Helmholtz, die rotempfindenden Fasern fehlen. Diese Menschen haben also nur zwei Grundfarben und eine Menge zwischen ihnen liegender Uebergangsfarben, je nachdem durch eine bestimmte Lichtart die eine oder die andere der beiden bei ihnen vorhandenen Fasergattungen stärker erregt wird. Sie sehen ferner an einer Stelle des Spectrums, an der andere Menschen eine Farbe sehen, einen neutralen, also grauen Streifen; das ist eben jene Stelle des Spectrums, deren Licht die beiden bei ihnen vorhandenen Fasergattungen gleich stark erregt. Da nun grün und violett die beiden Farben sind, für welche die Fasern bei solchen Leuten vorhanden sind, so sieht ein solcher Mensch das eine Ende des Spectrums grün, das andere violett, und diese beiden Farben gehen durch einen unbestimmten Ton in einander über, welcher zwar eine gewisse Helligkeit, aber weder die eine noch die andere Farbe hat. Folglich gehen jene beiden Farben in einander über durch einen Ton, welchen diese Leute fortwährend mit grau verwechseln, weil eine graue Fläche ihre beiden Fasergattungen ebenfalls gleich stark erregt. Sie verwechseln deshalb jene Farbe, die für uns grünblau ist, fortwährend mit dem Roten und auch mit dem Grauen.

In ähnlicher Weise lassen die Tatsachen der Grün- und Violettblindheit sich aus dieser Theorie sich erklären.

Nun dürfte es wol allgemein bekannt sein, dass vor mehreren Jahren unser ausgezeichneter Prager Physiolog Hering[1]) eine neue Farbentheorie angegeben hat, welche, wie Alles, was von diesem Forscher kommt, originell, geistreich, ja, man kann sagen, genial ist.

Sie ist genial in der Einfachheit, mit welcher sich aus ihr leicht eine große Menge von Phänomenen erklären läßt und durch eine gewisse frische Auffassung der Natur. Sie hat so sehr den Charakter des Einfachen und leicht Verständlichen an sich, dass sie die Gunst der Ophthalmologen im Fluge sich erworben hat. Etwas zurückhaltender sind die Physiologen gewesen, und es haben sich in letzter Zeit solche Bedenken gegen diese Theorie geltend gemacht, dass ich glaube, die Zeit sei noch ferne, da man die Farbentheorie von Young-Helmholtz als etwas Erledigtes beiseite lassen könnte. Vielmehr wird man nach meiner Ueberzeugung auf jede Tatsache besonderes Augenmerk richten müssen, die zu einer Entscheidung zwischen beiden Theorien sich verwerten lassen könnte und man wird vor Allem die Young-Helmholtz'sche Theorie nicht eher verlassen dürfen, als bis es gewiss ist, dass sich dieselbe durch die Hering'sche mit wesentlichem Vorteil ersetzen lässt.

Diese geht eben von der Einfachheit wie von einem Princip aus, indem sie sagt: Es gibt doch nichts Einfacheres, als weiß und schwarz; und um dies zu erklären, musstet Ihr drei Fasergattungen annehmen? Ebenso sind rot, gelb, grün, blau einfach, wie schon daraus hervorgeht, dass man ihnen in der Sprache eigene Namen — in der deutschen Sprache sogar einsilbige — gegeben hat, während man die übrigen nur durch Vergleich mit Naturgegenständen bezeichnet, z. B. mit einer Pommeranze (orange) oder mit einem Veilchen (violett). Gegen diese Behauptung lässt sich nichts einwenden; nur muss man im Auge behalten, dass kein Grund vorliegt, zu glauben, bei der Construction der Natur sei auf ihre Verständlichkeit für uns besondere Rücksicht genommen. Dass also eine Erklärung complicirt ist, ist noch kein Argument dafür, dass sie unrichtig ist. Man darf nicht vergessen, dass „Einfachheit" in Hering's Sinn nichts Anderes ist, als Leichtverständlichkeit für uns.

Ein anderes ist es, wenn behauptet wird, die Empfindung gelb sei eine einfache Empfindung, und es sei unrichtig zu behaupten, dass sie aus rot und grün zusammengesetzt sei. Wenn man Jemand die Frage vorlegt, ob seine Empfindung von gelb aus den Empfindungen von rot und grün zusammengesetzt ist, so wird jeder unbefangene Mensch mit Nein antworten und behaupten, wenn er etwas gelbes ansehe, so sehe er eben nur gelb, und nicht rot und grün. Wenn auch dieser Grund ohne Weiteres sich nicht abweisen lässt, so ist er doch nicht einwandfrei. Fragt man einen Menschen, was er eine einfache

1) Wien. akad. Sitzungsber. LXIX, 179; LXX. 169.

Bewegung nennt, und ob eine wesentliche Complication zur Bewegung des Arms im Ellbogengelenk notwendig sei, so wird er sagen: eine einfachere Bewegung als die Bewegung des Arms im Ellbogengelenk gibt es nicht; das ist eine einfache Bewegung. Er hält diese Bewegung für einfach, weil er sie sich als einen einfachen Willensakt vorstellt, von keiner Complication weiß, die zwischen Intention und Ausführung liegt und nur die letztere, ihm als etwas einfaches erscheinende, kennt. Nichtsdestoweniger wissen Sie, dass zwischen diesen einfachen Dingen ein sehr complicirter physiologischer Process liegt, dass verschiedene Nerven, verschiedene Muskeln in Anspruch genommen werden, dass also zwischen dem einfachen Willensakt und seiner einfachen Ausführung eine sehr complicirte Reihe von vielfachen anatomischen Apparaten und physiologischen Vorgängen liegen kann. Ebenso ist es nicht notwendig, dass zwischen einer einfachen Wellenlänge und einer einfachen Farbenempfindung auch nur ein einfacher physiologischer Process eingeschaltet ist, sondern es kann ein Process von beliebiger Complication eingeschaltet sein, ohne dass wir es bemerken. Denn wir sind so gebaut, dass wir von den physiologischen Details, die unser Leben bedingen und ausmachen, nichts erfahren. Dass also Gelb und Blau uns einfach vorkommen, ist kein Grund dafür, dass ihr Gesehenwerden in Wirklichkeit auf einem einfachen physiologischen Process beruht.

Hering's Theorie behauptet nun, dass wir irgendwo eine Sehsubstanz haben — man muss ausdrücklich irgendwo sagen, weil er sich streng dagegen verwahrt, dieselbe mit Bestimmtheit in die Netzhaut zu verlegen — dass also irgendwo in dem Nervenapparat, den wir zum Sehen brauchen, mehrere Substanzen verteilt sind, welche durch die Einwirkung des Lichts verschiedene Veränderungen erfahren. Am einfachsten ist dies zu verstehen, bezüglich dessen, was Hering schwarzweiße Sehsubstanz nennt. Er sagt, es gibt eine Substanz von der Beschaffenheit, dass, wenn sie aus den nächsten chemischen Constituenten aufgebaut wird, wir die Empfindung schwarz haben, wenn sie aus irgend einem Grund zerfällt, wir die Empfindung weiß haben. Mit andern Worten: Dissimilirung dieser Substanz gibt weiß, Assimilirung derselben gibt schwarz. Diese „schwarz-weiße" Substanz wird, wenn Licht irgend eines Grades und irgend einer Art auf sie fällt, immer teilweise zerlegt, und dieser Process bedingt dann, dass wir weiß sehen. Fällt weißes Licht auf sie, so sehen wir es als solches. Fällt farbiges Licht ein, so hat es, von welcher Farbe es immer sein mag, allemal auch eine dissimilirende Wirkung auf die schwarzweiße Sehsubstanz, bedingt die Helligkeit (besser Weißlichkeit) der gesehenen Farbe. Diese Substanz ist, wie Alles im menschlichen Körper im stetigen Wechsel begriffen, im Stoffwechsel, und hierauf beruht es, dass, wenn wir die Augen schließen, wir ein mittleres Grau sehen. Hering nennt es so, ebenso wie er den Zustand, in welchen unsere Augen kommen, wenn

wir schwarz sehen, ein mittleres Grau nennt, wenn Assimilation und Dissimilation gleich stark sind. Dass diese Behauptung gegen die Natur spricht, auf die er sich so gern beruft, darüber hat Hering geschwiegen. Wirkliches Schwarz zu sehen — sagt er — dazu gibt es auf der Erde überhaupt kein Mittel.

Ebenso wie diese schwarzweiße gibt es auch eine rotgrüne und eine blaugelbe Substanz. Wird die rotgrüne aufgebaut, sehen wir rot, wird sie zerlegt, sehen wir grün (oder umgekehrt). Doch wirkt, wie gesagt, farbiges Licht immer auch auf die schwarzweiße Substanz ein. — Einer der Hauptvorteile der Hering'schen Theorie ist, dass jene merkwürdige Tatsache, die ich bereits aus der Young-Helmholtz'schen Theorie erklärt habe, sich aus ihr einfacher erklären lässt. Wenn Menschen, welche rotblind sind, immer grün mit grau verwechseln, so fehlt ihnen nach Hering die rotgrüne Sehsubstanz; es ist also natürlich, dass sie auch nicht grün sehen, wenn sie rot nicht sehen. Die rotgrüne Sehsubstanz der Hering'schen Theorie ist eine Substanz, welche zwei einander complementäre Farben in unserm Bewusstsein hervorruft[1]), nämlich einmal — wenn sie aufgebaut wird — die rote und das anderemal — wenn sie zerlegt wird — die der roten complementäre blaugrüne, d. h. eine Farbe, welche an einer bestimmten Stelle im Spectrum liegt. Diese Farbe müssen also die Rotgrünblinden verwechseln sowol mit rot wie mit grau. Wenn man aber einen Farbenblinden fragt — und ich habe das selbst versucht und genau geprüft —, welchen Teil des Spectrums er für ungefärbt hält, so findet man nie jenen Teil des Spectrums, welcher zu dem Roten complementär ist, der ihm nach Hering's Theorie fehlen müsste, sondern jenen Teil des Spectrums, in welchem sich nach der Young-Helmholtz'schen Theorie die beiden andern Farbenkurven schneiden; es fehlt ihm also jene Farbe, die von Helmholtz als fehlend postulirt wird.

Es ließe sich noch Vieles über die Hering'sche Theorie und über die Schwierigkeiten, die sie darbietet, sagen. Es ist nach Helmholtz sehr begreiflich, dass es Menschen gibt, die rotblind sind, andere, die grünblind, andere die violettblind sind. Wieder Andern fehlen zwei Fasergattungen; diese Menschen haben dann ein monochromatisches (graues) Sehen, weil sie eben nur eine Art von Nervenfasern haben. Fehlen ihnen alle drei Fasergattungen, so sind sie ganz blind. Hering stellt nebeneinander die schwarz-weiße, die blau-gelbe und die rot-grüne Sehsubstanz. Er kennt Menschen, denen die rotgrüne Substanz fehlt (die Rotgrünblinden); andere denen die blaugelbe Substanz fehlt (die Blaugelbblinden). Man kann nun aber mit Recht fragen, warum er glaubt, dass Menschen nie die schwarz-

1) Sind Assimilation und Dissimilation in der rot-grünen Substanz gleich stark, so sehen wir grau oder weiß.

weiße Substanz fehlt, oder wie diese Menschen sehen sollten? Diese müssten die Dinge alle farbig sehen, aber ohne Grad von Helligkeit. Es scheint mir überhaupt ganz besonders unsern Empfindungen zu widerstreiten, dass wir die Helligkeit als eigene Sinnesqualität ansehen sollen, die von der Farbe ganz verschieden, ganz getrennt ist. Wir sind gewöhnt, Helligkeit als Grad der Farbe anzusehen, nicht als eigene Qualität.

Durch alle diese und sehr viel andere besonders in letzter Zeit häufig angestellte Erwägungen ist aber eine Entscheidung über die größere oder geringere Berechtigung der einen oder der andern Theorie nicht zu gewinnen gewesen, und es haben sich deshalb Viele bemüht, zu einer wirklichen Entscheidung, zu einem experimentum crucis zu gelangen.

Gerade in der allerletzten Zeit sind wieder einige hierhergehörige Publikationen erschienen; doch muss ich — obwol sich unter den Autoren sehr bedeutende Namen befinden und in den Publikationen sehr wichtige und interessante Dinge mitgeteilt sind — doch sagen, dass ich ein experimentum crucis, welches zwingen würde, sich wenigstens einstweilen für die eine oder die andere Theorie zu entscheiden, nur in zwei Abhandlungen gefunden habe, über welche ich noch kurz referiren möchte.

Die eine dieser Abhandlungen ist schon vor mehrern Jahren erschienen und hat Herrn v. Kries zum Verfasser (Arch. f. Physiol. 1878. S. 503). — Diese Arbeit ist in eine etwas complicirte Form gekleidet; sie beginnt gleich mit einem System von Gleichungen, und ich glaube gerade, dass diese mathematische Ausdrucksweise vielleicht Manchen abgehalten hat, die Abhandlung genau durchzulesen und ihren wertvollen Inhalt zu benützen. Prof. v. Kries sagt: Wenn ich einen roten Gegenstand ansehe und meine Netzhaut dadurch für rot ermüde, so wird das nach Young's Theorie, sobald ich später einen grauen Gegenstand ansehe, ein blaugrünes Nachbild abgeben, und zwar wird es dabei gleichgültig sein, ob dieser graue Gegenstand eine Mischung von weißem und schwarzem Pulver ist, oder eine Mischung von schwarzen und weißen Sectoren einer Scheibe, welche rasch gedreht wird; oder ob ich dieses Grau dadurch erzeugt habe, dass ich eine mit allen Farben des Spectrums versehene Scheibe rasch drehe. Es ist also ganz gleichgiltig, auf welche Weise das Grau der Fläche erzeugt und zusammengesetzt ist; sobald ich sie mit einem für rot ermüdeten Auge ansehe, werden die andern Fasern erregt, und ich sehe ein blaugrünes Nachbild. Das ist aber nicht ebenso der Fall, wenn die Hering'sche Theorie unserer Betrachtung zu Grunde gelegt wird. Wenn wir dies tun, so muss nach Kries der Erfolg ein anderer sein, je nachdem die graue Fläche grau ist, weil sie aus weiß und schwarz zusammengesetzt ist; oder grau ist, weil sie aus einem andern Paar von Farben zusammengesetzt ist, welche zusammen eben dieses Grau geben.

Denn wenn ich ein für rot ermüdetes Auge von einem grauen Licht beeinflussen lasse, welches aus weiß und schwarz besteht, so wird die rot-grüne Sehsubstanz dadurch beeinflusst. Betrachte ich aber eine Fläche, die grau ist, weil sie aus blau und gelb zusammengesetzt ist, so wird das Grau auf meine rot-grüne Sehsubstanz nicht einwirken, und es ist nicht der mindeste Grund dafür vorhanden, warum ich ein grünes Nachbild sehen soll. Wenn man nun Versuche anstellt, so sieht man allerdings, dass kein Unterschied in den Einwirkungen einer wirklich grauen und einer aus blau und gelb gemischten Fläche besteht, falls man die Flächen so einrichtet, dass sie in einer Linie aneinanderstoßen. Diese beiden Flächen werden zuerst ganz gleich grau hergerichtet und dann werfen Sie auf diese beiden Flächen, da wo sie aneinanderstoßen, den Teil Ihres Sehfeldes, auf welchem das grüne Nachbild von einem roten Kreise erscheint, den Sie vorher angesehen haben. Dann sehen Sie, dass das grüne Nachbild über beide Flächen in gleicher Weise weggeht. Das ist aber das Resultat der Helmholtz'schen Theorie und spricht wider die Hering'sche Theorie. Hering hat auf die Einwände, die gegen seine Theorie gemacht werden, noch nicht geantwortet; aber dies muss eben abgewartet werden und es ist nicht ausgeschlossen, dass er einen Ausweg und eine Verteidigung gegen diesen Einwand zu finden wisse; einstweilen steht v. Kries' Argument unangefochten da.

Ich komme nun zu den Abhandlungen, über die Macé und Nicati in der französischen Akademie der Wissenschaften Vorträge gehalten haben, welche in den Comptes rendus wiedergegeben sind und zwar in den Berichten über die Sitzungen vom 27. X. 79; 31. V. 80; 11. X. 80; 27. XII. 80; 13. VI. 81.

Diese scheinen uns für die ganze Lehre vom Sehen der Farben überhaupt außerordentlich wichtig zu sein. Unter Anderm geht aus ihren Versuchen ein Resultat hervor, welches ich mit den Voraussetzungen der Hering'schen Theorie für unvereinbar halten muss. Die Art, wie diese beiden Herren ihre Versuche angestellt haben, ist so einfach und überzeugend, dass sie geradezu als mustergiltig hingestellt werden kann. Zunächst stellten sie sich die Aufgabe, zu erforschen, wie groß die Helligkeit ist, mit welcher wir die einzelnen Teile des Sonnenspectrums sehen, und zwar haben sie sich zur Festsetzung dieses Werts keiner complicirten photometrischen Methode bedient, sondern die Helligkeit an dem gemessen, woran sie gemessen werden muss, wenn sie zur Entscheidung in solchen Fragen benützt werden soll — nämlich direkt an dem Auge. Sie haben die Sehschärfe am normalen Auge bei Beleuchtung des Objekts mit verschiedenen Teilen des Spectrums gemessen. Sie haben die Sehschärfe, welche ein normales Auge hat, wenn es einen Gegenstand mit dem hellsten Teil des Sonnenspectrums, nämlich mit dem gelben, beleuchtet ansieht, gleich 1000 gesetzt. Dann haben sie die Sehschärfe,

welche man hat, wenn man dasselbe Objekt nicht mit dem gelben, sondern mit dem roten Teil des Spectrums beleuchtet, gemessen und diese z. B. für das äußerste Rot ausgedrückt durch die Zahl 15.

Der Apparat, dessen sie sich zu ihren Messungen bedienten, bestand aus einem Spalt, durch welchen das Sonnenlicht eingelassen wurde, einem Prisma, in welchem das Licht zerlegt wurde und aus einem zweiten Spalt, durch welchen sie nur denjenigen Teil des Lichts durchließen, den sie auf das Objekt fallen lassen wollten. Mit diesem Teil des Spectrums haben sie dann einfach ein Fixationszeichen, eine Mire beleuchtet. Diese bestand aus drei, millimeterbreiten Streifen, welche in Millimeterabstand von einander vor weißem Grunde gelegen waren. Die Mire wurde nun z. B. mit rotem Licht beleuchtet, während die Beobachter in bestimmter Entfernung von derselben sich befanden. Dann wurde die Gesammtmenge des auf das Prisma auffallenden Lichts so lange verändert, bis die Beobachter eben mit Deutlichkeit das Zeichen sahen; die Einstellung des Apparats, von der das Lichtmaß abhing, wurde gemessen, und diese Messungen für eine ganze Reihe von Versuchen ausgeführt, und zwar an verschiedenen normalsichtigen Individuen. Sie haben nun zunächst z. B. für rotes Licht, welches etwa der Fraunhofer'schen Linie *C* entspricht, eine Sehschärfe gleich 111 gefunden, also etwa den zehnten Teil des Werts, den man bekommt, wenn man dasselbe Objekt mit eben so viel gelbem Licht beleuchtet. Für das Licht, welches der Wellenlänge *D* entspricht, fanden sie die Sehschärfe gleich 768 (für ein Licht, welches nicht gerade durch eine Fraunhofer'sche Linie bezeichnet werden kann, hatten sie, wie schon oben bemerkt, 1000 gesetzt); für die Fraunhofer'sche Linie *E*, welche für grün als charakteristisch angesehen wird, bestimmten sie eine Sehschärfe gleich 314; für *F* im Blau eine Sehschärfe gleich 42 und für die Linie *G*, die tief im Violetten liegt, eine Sehschärfe gleich 0,2. Die Sehschärfe im violetten Licht ist also außerordentlich gering, wie übrigens jeder weiß, der sich mit solchen Versuchen beschäftigt.

Dieselben Versuche haben nun beide Forscher auch mit farbenblinden Menschen angestellt. Auf diese Weise musste sich herausstellen, ob Rotblinde auch grünblind sind oder nicht. Denn wenn Jemand rotgrünblind ist, muss bei ihm nicht nur die Sehschärfe für das Rote außerordentlich viel geringer sein als bei normalsichtigen Menschen, sondern auch die Sehschärfe für das Grüne, da ihm die rotgrüne Sehsubstanz fehlt, welche zerlegt werden könnte.

M. und N. nahmen nun drei Rotblinde und einen Grünblinden für ihre Versuche, und legten für jeden eine Liste seiner Sehschärfen bei verschiedenen Spectralfarben an. Die Ziffern dieser Listen sind Verhältnisszahlen, bezogen auf die Sehschärfen normalsichtiger Personen für dieselben Farben; so dass, wenn der Untersuchte selbst normalsichtig für Farben wäre, seine Liste aus lauter Einern zu bestehen

hätte. Ist aber z. B. seine Sehschärfe für eine Farbe = 100, für welche die Sehschärfe des normalen Auges = 300 ist, dann kommt in der Liste für diesen Farbenblinden zu der untersuchten Farbe die Zahl $^1/_3$ zu stehen; er hat eben für dieses Licht nur ein Drittel der normalen Sehschärfe.

Wenn ich nun hier einen Auszug aus diesen Listen mitteile und für den einen der Untersuchten zur Linie *C* die Zahl 0,143 schreibe, so sagt dies, dieser Mensch hat für rotes Licht, von der Wellenlänge *C* eine Sehschärfe, die ungefähr den siebenten Teil so groß ist, als die Sehschärfe eines normalsichtigen Menschen. Für Licht von der Wellenlänge *D* hatte dieser Mann auch nicht eine Sehschärfe 1 sondern 0,5; für Licht von der Wellenlänge des grünen Lichts die Sehschärfe 1,7. Diese einzige Zahl beweist schon, dass dieser Mann nicht seiner rot-grünen Sehsubstanz verlustig war, sondern dass er sogar für grünes Licht viel empfindlicher war, als ein normalsichtiger Mensch. Derselbe Mensch hatte für blaues Licht von der Linie *F* die Sehstärke 3,1 und für violettes Licht bei der Linie *G* finden wir sogar die Sehschärfe 5 angegeben. Ich möchte diesen Zahlen keinen absoluten Wert beimessen, weil es bei farbigem Licht, wie es hier beobachtet ist, schwer ist, sich nicht um große Beträge zu irren, aber das unterliegt keinem Zweifel, dass dieser Rotblinde Grün heller gesehen hat, als wir es sehen; dass man also die Irrtümer in seinen Farbenangaben nicht aus dem Fehlen einer rot-grünen Substanz bei ihm erklären kann.

Der Zweite von den Leuten hatte

für rot	(*C*) die Sehschärfe	= 0,2
für die Linie	*D*	= 0,7
„ „ „	*E*	= 2,8
„ „ „	*F*	= 3,0

Noch weiter gegen das brechbare Ende des Spectrums zu nimmt seine verhältnissmäßige Sehschärfe wieder ab. Analog sind die Zahlen für den dritten Rotblinden.

Der Grünblinde hatte für Licht von der Wellenlänge *C* eine Sehschärfe, welche 2,7 mal so groß war, als die eines normalsichtigen Menschen, dafür war seine Sehschärfe für gelbes Licht nur 0,5, für grünes Licht 0,2, für violettes hingegen wieder 2,1.

Das ist ein außerordentlich wichtiges Resultat. Die Herren M. und N. sind sich dessen vollkommen bewusst, dass diese Zahlen mit der Hering'schen Theorie absolut unvereinbar sind, und sie sagen das auch mit emphatischen Worten. Sie unterlassen es aber einstweilen, auf eine naheliegende Deutung aus der Helmholtz'schen Theorie hinzuweisen, wenngleich ich nicht zweifle, dass die Herren Macé und Nicati auch auf diese Deutung verfallen sind. Man kann nämlich annehmen, dass die Rotblinden nicht einfach keine rotempfindenden Fasern gehabt haben, sondern vielmehr dass die Fasern,

welche bei normalsichtigen Menschen rotempfindend gewesen wären, bei ihnen, je nachdem, bei dem Einen ganz zu den grünempfindenden geschlagen oder bei dem andern zu den violett empfindenden oder in irgend einer Weise sonst zwischen Grünempfindung und Violettempfindung ausgeteilt worden sind. Dafür spricht auch, dass der rotblinde Mann für violettes Licht so empfindlich war. Endlich ist es sehr auffallend, dass der Farbenblinde, der für Grün eine so geringe Entscheidung hatte, für die beiden andern von Helmholtz als Grundfarben gewählten Farben eine so übermäßige Empfindlichkeit hatte.

Ich bin nicht der Meinung, dass man aus diesen Daten ohne Weiteres auf die Unhaltbarkeit der Hering'schen Theorie schließen kann, ebenso wenig, wie ich der Meinung war, dass man aus den Erörterungen von Prof. v. Kries ohne Weiteres ein Verdammungsurteil über die Hering'sche Theorie aussprechen darf. Hering hat nur in vorläufigen Mitteilungen seine Ansichten dargelegt, es ist daher noch abzuwarten, was er auf alle diese Einwände antworten wird. Immerhin aber glaube ich zu der Behauptung berechtigt zu sein, dass bis jetzt weder die Helmholtz'sche Theorie widerlegt, noch aber die Hering'sche bewiesen ist.

E. v. Fleischl (Wien).

R. Owen, On the ova of the Echidna hystrix.

Philos. Trans. Roy. Soc. London, vol. 171. 1881. pt. III. p. 1051—1054. pl. 39.

Owen hat durch Dr. G. Fr. Bennett in Sidney 4 Hinterkörper von *Echidna hystrix* erhalten; zwei derselben waren trächtig. Bei dem einen, am 30. August 1879 gefangenen Exemplar enthielt der linke Uterus 3 Eier von $2^1/_2$, 4 und 6 Mm. Durchmesser, während der rechte leer war. Die Eier waren nur durch Schleim an der weichen, dicken Uteruswand befestigt. Bei dem andern Exemplar, das am 14. September 1879 gefangen war, enthielt nur der rechte Uterus 1 Ei von 6 Mm. Durchmesser. Vom Embryo war in keinem der Eier eine Spur zu erkennen; Verf. deutet eine Spalte an der einen Seite des letzterwähnten Eies als erste Furche und sieht darin einen Beweis dafür, dass *Echidna* vivipar sei. Außerdem betont er die Zunahme der Größe des Eies vor der Entwicklung, wie er sie in ähnlicher Weise bei *Ornithorhynchus* beobachtet hat.

J. W. Spengel (Bremen).

Berichtigungen.

In Nr. 14 S. 426 Z. 12 von unten lies: Ocnus statt Venus.
In Nr. 15 S. 461 Zeile 1 u. 2 von unten streiche die Kommata.
In Nr. 15 S. 480 lies in der „Erklärung": Autoreferat statt Autorreferat.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt" bittet man an die **„Redaction, Erlangen, physiologisches Institut"** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck von Junge & Sohn in Erlangen.